

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-297403

(43) 公開日 平成9年(1997)11月18日

(51) Int.Cl. <sup>8</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 3 F 7/30			G 0 3 F 7/30	
H 0 1 L 21/027			H 0 1 L 21/30	5 6 9 F 5 6 9 E 5 6 9 C

審査請求 未請求 請求項の数1 O L (全 5 頁)

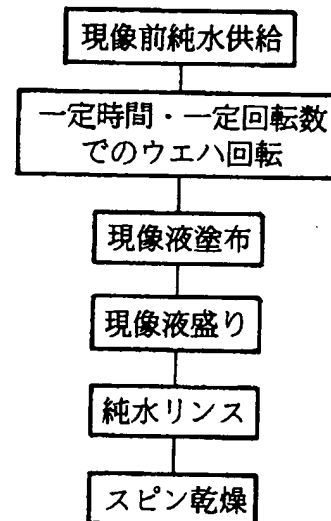
(21) 出願番号	特願平8-113955	(71) 出願人	000128049 日鉄セミコンダクター株式会社 千葉県館山市山本1580番地
(22) 出願日	平成8年(1996)5月8日	(72) 発明者	斎藤 肇 千葉県館山市山本1580番地 日鉄セミコン ダクター株式会社内
		(72) 発明者	池谷 亨 千葉県館山市山本1580番地 日鉄セミコン ダクター株式会社内
		(72) 発明者	座間 成紀 千葉県館山市山本1580番地 日鉄セミコン ダクター株式会社内
		(74) 代理人	弁理士 志賀 正武 (外2名)

(54) 【発明の名称】 フォトレジストの現像方法

(57) 【要約】

【課題】 パターン欠陥の低減とパターン寸法の均一性向上の双方を満足することのできるフォトレジストの現像方法を提供する。

【解決手段】 フォトレジストの塗布、露光を行った後、フォトレジスト上に純水を供給し、回転数600～2000回転/分、回転時間0.2～6秒の条件でウェハを回転させることにより、フォトレジスト上に20～200 $\mu$ m程度の厚みの水の被膜を形成する。その後、現像液塗布、現像液盛り、純水リンス、スピン乾燥を順次行う。



#### 【特許請求の範囲】

【請求項1】 ウェハ上にフォトレジストを塗布し、露光を行った後、前記フォトレジスト上に純水を供給し、回転数600～2000回転/分、回転時間0.2～6秒の条件で前記ウェハを回転させ、その後、水膜上に現像液を供給することを特徴とするフォトレジストの現像方法。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、例えば半導体集積回路の製造プロセスにおけるフォトリソグラフィ工程に用いるフォトレジストの現像方法に関するものである。

##### 【0002】

【従来の技術】半導体集積回路製造プロセスのフォトリソグラフィ工程で用いるフォトレジストの現像には、ネガ型の場合、キシレン等の有機溶剤が、ポジ型の場合、アルカリ水溶液等が現像液として用いられ、これらの現像液に対するフォトレジストの露光部と未露光部の溶解度の差を利用してパターンを形成している。フォトリソグラフィ工程において、パターンの形状や寸法ばらつき、パターン欠陥の有無等は最終的にこの現像工程で決まるといってもよい程、重要な工程である。

【0003】以下、従来一般のフォトレジストの現像方法を図3を用いて説明する。この図に示すように、露光終了後のウェハを回転させつつ、上方のノズルから現像液を滴下、塗布し、一定時間ウェハ上に現像液が盛られた状態に保つ。そして、パターンが形成された段階で、純水リンスによってウェハ上から現像液を除去し、その後、濡れたウェハをスピン乾燥する。このような手順を経て、半導体集積回路の微細なパターンが形成される。

【0004】ところで、現像液は、例えばクリーンルームの地階にあるキャニスター内に保管され、窒素ガスにより1.1気圧以上に加圧された上で配管内を流れ、地上階にある吐出ノズルから吐出される仕組みになっている。この場合、窒素ガスは液の圧力が高ければ高いほど溶解度が増大する性質があるが、現像液の吐出ノズル付近では液の圧力が大気圧まで下がるため、キャニスター内では現像液中に溶解していた窒素ガスが地上階の配管内では気泡になってしまう。そして、このように気泡がある状態で現像液がウェハ上に吐出されると、現像液盛り中でも気泡が残る確率が極めて高く、フォトレジスト上に気泡が付着することになる。露光後のフォトレジストは現像液に浸されることによってパターンが形成されるが、気泡が付着した個所は現像液と接しないため、所定のパターンが形成されず、いわゆるパターン欠陥が生じてしまう。

【0005】そこで、フォトレジスト上への気泡の付着防止を目的として、フォトレジスト表面の濡れ性を向上させ、現像液中の気泡がフォトレジスト表面に接しない

ようにする方法が考えられており、特開平7-142344号公報には、現像液塗布の前に純水リンスを行う方法が開示されている。この方法は、図4にプロセスフローを示すように、露光後のフォトレジスト上に純水を供給し、基板を回転させることにより膜厚0.05～0.20μmの水の被膜を形成した上で、現像液塗布、現像液盛り、純水リンス、スピン乾燥を順次行うものである。

##### 【0006】

【発明が解決しようとする課題】ところで、半導体集積回路の集積度が16M、64Mと向上し、微細加工化が進むにつれて、今まで以上にパターン欠陥数を低減しなければならない、という問題が重要になってきた。そこで、その対策として本発明者らが解析を行った結果、上述のフォトレジスト上に生じる気泡は、画像認識型欠陥検査装置の測定によると、その直径が3～20μm程度であることが判った。

【0007】一方、特開平7-142344号公報の技術では、公報に記載の通り、50～200μmといった大きなサイズの気泡の付着防止を目的としており、そのために膜厚0.05～0.20μm程度の水の被膜を形成してフォトレジスト表面にわずかな濡れ性を与えるだけで、現像液中の気泡自身の比較的大きな浮力によって気泡の付着を防止することができた。

【0008】しかしながら、膜厚0.05～0.20μm程度の水の被膜では3～20μmのサイズの気泡全体を抱き込むことはできず、気泡は上方から粘度の高い現像液で押さえられたような状態となる。しかも、水膜が薄く気泡が小さいために、気泡自身の浮力があまり作用せず、その後、純水リンスおよびスピン乾燥を行っても、フォトレジスト上の気泡は薄い水の被膜との間に作用する表面張力によって付着したままになる。その結果、直径3～20μm程度の気泡の下でフォトレジストがそのまま円形に残存し、特開平7-142344号公報の技術を採用しても、比較的小さいパターン不良の発生は抑えることができない。そして、現像液供給方法として上述の窒素ガスによる加圧移送方式を用いた場合、現像液中の溶存ガスがより増加するため、このパターン不良の問題はより顕著になる。

【0009】さらに、微細化に伴って、ウェハ面内のパターン形状や寸法の均一性も、半導体集積回路の品質にとって重要な因子になってきている。例えばパターン欠陥を低減するために現像液供給前に純水リンスを行う場合、純水が混ざることによって現像液の濃度がフォトレジスト上で不均一となり、それに起因してパターンの幅がウェハ面内で大きくばらつく、といった問題があった。すなわち、従来の現像技術では、パターン欠陥の低減とパターン寸法の均一性向上の双方を満足することが困難であった。

【0010】本発明は、上記の課題を解決するためにな

されたものであって、パターン欠陥の低減とパターン寸法の均一性向上の双方を満足することのできるフォトリソの現像方法を提供することを目的とする。

#### 【0011】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するために、本発明のフォトリソの現像方法は、ウェハ上にフォトリソを塗布し、露光を行った後、フォトリソ上に純水を供給して、回転数600～2000回転/分、回転時間0.2～6秒の条件でウェハを回転させ、その後、水膜上に現像液を供給することを特徴とするものである。

【0012】本発明者らは、現像前にフォトリソ上に水膜を形成する方法に関して詳細に検討を重ねた結果、純水供給後のウェハの回転数と時間が、現像後のパターン欠陥の数とパターン寸法の均一性の双方に非常に大きく影響を与えていることを見いだした。

【0013】フォトリソ塗布後のウェハに対して、ライン&スペースのパターンをi線ステッパーにて露光し、図1に示すフローにおいて、現像前純水供給後のウェハ回転数と回転時間を種々の条件に変えた上で現像を行った。現像後、走査型電子顕微鏡を用いてフォトリソのラインの幅をウェハ面内20箇所測定して線幅のばらつきを求めるとともに、画像認識型パーティクル検査装置を用いてパターン欠陥の数を測定した。その結果、図2に示すように、現像前純水供給後のウェハ回転時間が0.2秒未満では線幅のばらつきが大きく、6秒を超えるとパターン欠陥が増加することが明らかとなった。また、回転数については、600回転/分未満では線幅のばらつきが大きくなり、2000回転/分を超えるとパターン欠陥が多くなることが判った。

【0014】そして、これは、ライン&スペースばかりでなく、コンタクトホール等のパターンでも同様の結果であった。したがって、本発明では、現像前純水供給後のウェハの回転において、その時間を0.2秒以上、6秒以下とし、回転数を600回転/分以上、2000回転/分以下とする。このような条件でウェハを回転させると、フォトリソ表面には20～200 $\mu$ m程度の厚みを持つ水の被膜が形成される。この際、現像液に含まれる直径3～20 $\mu$ m程度の気泡が全て水膜中に抱き込まれるような状態となり、その結果、気泡が水膜中の浮力によってフォトリソ表面から離れ、水膜中に浮きやすくなる。すなわち、純水を供給してウェハを回転させると、余分な水がウェハ外に落ちていくが、上記条件の範囲内で回転を行う限り、残った水の被膜が20～200 $\mu$ mの厚みを保つことができるため、気泡が水膜中に浮いた状態となり、フォトリソ表面に付着するのを防止することができる。

#### 【0015】

【発明の実施の形態】以下、本発明の一実施の形態を図1を参照して説明する。図1は本実施の形態のフォトリソの現像方法の手順を示すプロセスフロー図である。この図に示すように、まず、露光後のフォトリソ表面に純水を滴下し、ウェハを回転させる。この際、回転時間を0.2秒～6秒とし、回転数を600～2000回転/分とすることにより、フォトリソ上に膜厚20～200 $\mu$ mの水の被膜が形成される。その後、ウェハを回転させつつ、ノズルから現像液を滴下、塗布し、一定時間ウェハ上に現像液が盛られた状態に保つ。そして、パターンが形成された段階で、純水リンスによってウェハ上から現像液を除去し、その後、濡れたウェハをスピン乾燥する。

#### 【0016】

【実施例】以下、本発明の実施例について説明する。本実施例は、ウェハの回転状態とパターン欠陥数、パターン幅のばらつきとの関係を種々のパターンを用いて調査したものである。

【0017】まず、表1にサンプルとして用いたパターンの形状と寸法を示す。この表に示すように、パターンの形状としては、ライン&スペースとコンタクトホールを用い、これらパターンの寸法（ライン&スペースの幅またはコンタクトホールの直径）は、0.5～0.8 $\mu$ mとした。

【表1】

試番	露光時のパターン
1	幅0.8 $\mu$ mライン&スペース
2	幅0.7 $\mu$ mライン&スペース
3	幅0.5 $\mu$ mライン&スペース
4	直径0.7 $\mu$ mコンタクトホール
5	直径0.5 $\mu$ mコンタクトホール
6	幅0.8 $\mu$ mライン&スペース
7	幅0.6 $\mu$ mライン&スペース
8	幅0.5 $\mu$ mライン&スペース
9	直径0.7 $\mu$ mコンタクトホール

【0018】そこで、フォトリソ塗布後のウェハに対して、このような種々の幅を持つライン&スペース、または種々の直径を持つコンタクトホールのパターンを通常のi線ステッパーにより露光した後、純水供給、種々の条件でのウェハ回転、現像を行った。そして、画像認識型欠陥検査装置を用いて現像後のパターン欠陥数を測定するとともに、走査型電子顕微鏡を用いてパターンの幅または直径をウェハ面内20箇所測定した。各サンプル毎のウェハの回転状態と測定結果を表2に示す。なお、パターンの幅または直径については、ウェハ面内のばらつき3 $\sigma$ で示す。

【表2】

	試 番	純水供給後現像前 ウェハ回転状態		パターン 欠陥数	パターン幅 ／直径の ばらつき3 $\sigma$
		回転数	時間		
本 発 明 例	1	800回転／分	0.8秒	1個／ウェハ	0.031 $\mu$ m
	2	1200回転／分	2.0秒	2個／ウェハ	0.029 $\mu$ m
	3	1800回転／分	1.5秒	0個／ウェハ	0.028 $\mu$ m
	4	650回転／分	0.3秒	1個／ウェハ	0.032 $\mu$ m
	5	1000回転／分	5.0秒	2個／ウェハ	0.029 $\mu$ m
比 較 例	6	—	0秒	1個／ウェハ	0.092 $\mu$ m
	7	1250回転／分	7.0秒	10個／ウェハ	0.030 $\mu$ m
	8	2500回転／分	1.5秒	12個／ウェハ	0.031 $\mu$ m
	9	350回転／分	2.0秒	1個／ウェハ	0.075 $\mu$ m

【0019】表2中、試番1～5はいずれもウェハの回転状態が回転数、回転時間ともに上記実施の形態で述べた本発明の範囲内にあり、本実施例のサンプルである。これらのサンプルの場合、いずれもパターン欠陥数が2個／ウェハ以下と少なく、かつ、パターンの幅またはまたは直径のウェハ内ばらつき3 $\sigma$ が0.03 $\mu$ m前後と小さいことが確認された。

【0020】これに対して、試番6～9は比較例である。試番6は、現像前純水供給後にウェハ回転を全く行わなかったサンプルである。したがって、現像液とウェハ上に残った多くの純水が混合し、現像液が薄まってしまったために、パターン幅のばらつきが極めて大きくなっている。試番7は、ウェハ回転は行ったものの、回転時間が7秒と本発明の範囲を超えたため、また、試番8は、回転数が2500回転／分と本発明の範囲を超えたために、いずれも水膜の厚みが薄くなり、フォトリソスト上に気泡が付着したため、パターン欠陥が多くなったと考えられる。さらに、試番9は、回転数が350回転／分と本発明の範囲未満であったために、現像液と混合する純水の割合が多く、パターン幅のばらつきが大きくなったと考えられる。

【0021】以上の結果から、現像前純水供給後のウェハ回転時の条件として、回転時間を0.2秒～6秒、回転数を600～2000回転／分の範囲に設定すれば、パターン欠陥数の低減とパターン寸法の均一性向上の双

方を満足できることが実証された。

【0022】なお、本発明の技術範囲は上記実施の形態に限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲において種々の変更を加えることが可能である。例えば現像液塗布以降、スピン乾燥までの具体的な方法、条件等に関しては適宜設定することができる。

【0023】

【発明の効果】以上、詳細に説明したように、本発明のフォトリソストの現像方法によれば、現像前純水供給後のウェハ回転時の条件を最適化することにより、フォトリソスト表面に20～200 $\mu$ m程度の厚みを持つ水の被膜が形成されるため、気泡が水膜上に浮いたような状態となる。その結果、気泡がフォトリソスト表面に付着するのを防止でき、しかも現像液の作用を弱めることがないため、パターン欠陥の低減とパターン寸法の均一性向上を両立させることができる。

【図面の簡単な説明】

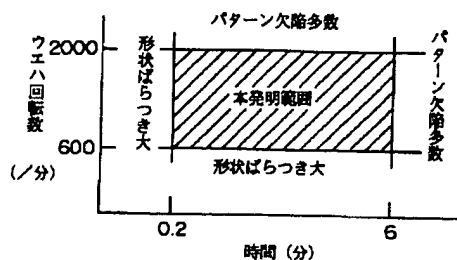
【図1】本発明の一実施の形態であるフォトリソストの現像方法の手順を示すプロセスフロー図である。

【図2】本発明におけるウェハ回転数と回転時間の範囲を示す図である。

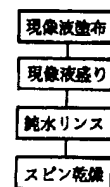
【図3】従来一般のフォトリソストの現像方法の手順を示すプロセスフロー図である。

【図4】気泡の付着防止を目的とした従来のフォトリソストの現像方法の手順を示すプロセスフロー図である。

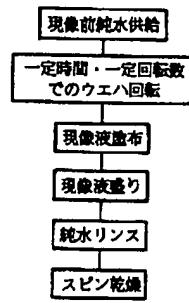
【図2】



【図3】



【図 1】



【図 4】

